

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-39521

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)2月25日

H 01 L 21/302  
C 23 C 14/36  
C 23 F 4/00

C-8223-5F  
7537-4K  
6793-4K

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 プラズマ表面処理装置

⑯ 特 願 昭59-60195

⑰ 出 願 昭59(1984)3月28日

⑱ 発 明 者 塚 田 勉 東京都府中市四谷5-8-1 日電アネルバ株式会社内  
⑲ 発 明 者 金 京 植 東京都府中市四谷5-8-1 日電アネルバ株式会社内  
⑳ 出 願 人 日電アネルバ株式会社 東京都府中市四谷5-8-1  
㉑ 代 理 人 弁理士 村上 健次

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

プラズマ表面処理装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 電極内部に設けた磁石により該電極の表面の近傍に該表面より出、入する磁力線を発生させる柱状のマグネトロン陰極と、該柱状陰極の周囲を囲む反応容器壁等で構成される陽極と、該柱状陰極の柱面に対向する位置に置かれた試料電極と、該柱状陰極と該陽極の間に高周波又は直流電圧を印加して該磁力線にほぼ直交する電気力線を発生する手段と、該陽極又は該柱状陰極と該試料電極の間に高周波又は直流電圧を印加する手段とを具え、該試料電極上に設置した試料を、反応容器中に導入した活性ガスのプラズマにより処理することを特徴とするプラズマ表面処理装置

(2) 該柱状陰極がその電極内部に、複数個の永久磁石であって互にその同極を対向させて連結しているものを内蔵していることを特徴とする第1項記載のプラズマ表面処理装置

(3) 該柱状陰極の試料電極に対向する面が平面又は緩やかな凸又は凹の曲面で構成されていることを特徴とする。第1又は2項記載のプラズマ表面処理装置

(4) 該試料電極が該柱状陰極の周囲に複数個置かれていることを特徴とする第1、2又は3項記載のプラズマ表面処理装置

(5) 該柱状陰極内部の磁石を、その軸方向に往復運動させる機構を備えていることを特徴とする第1、2、3又は4項記載のプラズマ表面処理装置

(6) 電極内部に設けた磁石により該電極の表面の近傍に該表面より出、入する磁力線を発生させる柱状のマグネトロン陰極と、該柱状陰極の軸にほぼ平行な磁力線を該柱状陰極と該試料電極の間の空間に発生する手段と、該柱状陰極の周囲を囲む反応容器壁等で構成される陽極と、該柱状陰極の柱面に対向する位置に置かれた試料電極と、該柱状陰極と該陽極の間に高周波又は直流電圧を印加して該二つの磁力線にほぼ直交する電気力線を発生する手段と、該陽極又は該柱状陰極と該試料電

極の間に高周波又は直流電圧を印加する手段とを具え、該試料電極上に載置した試料を、反応容器中に導入した活性ガスのプラズマにより処理することを特徴とするプラズマ表面処理装置

(7) 該柱状陰極がその電極内部に、複数個の永久磁石であって互にその向極を対向させて連結しているものを内蔵していることを特徴とする第6項記載のプラズマ表面処理装置

(8) 該柱状陰極の試料電極に対向する面が平面又は緩やかな凸又は凹の曲面で構成されていることを特徴とする。第6又は7項記載のプラズマ表面処理装置

(9) 該試料電極が該柱状陰極の周囲に複数個置かれていることを特徴とする第6、7、又は8項記載のプラズマ表面処理装置

(10) 該柱状陰極内部の磁石を、その軸方向に往復運動させる機構を備えていることを特徴とする第6、7、8又は9項記載のプラズマ表面処理装置

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は、半導体集積回路等のパターンを形成す

行おうとすると種々の問題が生じることが明らかとなった。例えばシリコン酸化膜を $\text{CHF}_3$ と $\text{O}_2$ の混合ガスでエッチングする場合、エッチング速度がたかだか $500\text{\AA}/\text{min}$ と低いため、 $5000\text{\AA}$ のシリコン酸化膜をエッチングする場合には追加エッチングを含めて約12~15分のエッチング時間が必要である。エッチング速度を上昇させようとして高周波電力を増加すると、プラズマ電位が上昇してしまつて反応容器壁面がスパッタされる割合が大きくなり、基板表面が反応容器の構成材料である重金属等で汚染されたり、高エネルギーのイオン衝撃によりデバイス特性に悪影響を与えたりする。一方、アルミエッチングやポリシリコンエッチングの場合にあつてもエッチング速度が実用レベルでたかだか $1000\text{\AA}/\text{min}$ であるため、これを量産装置として用いる場合には6~10枚程度のウェハを同時に処理するいわゆるバッチ式装置がコストパフォーマンス上優れていた。ところが最近のように、ウェハの直径が125mmとか150mmなどの大口徑化してくるとこれをバッチ式処理

る際に用いるドライエッチング装置等の、放電プラズマを利用して試料上に膜堆積、エッチングなどの処理を施すプラズマ表面処理装置の改良に関する。以下これをドライエッチング装置で代表させて説明する。

近年半導体集積回路の $1\mu\text{m}$ 以下の回路は従来のウェットエッチングでは加工することが出来ず、ドライエッチングによる異方性エッチングが欠くことの出来ない技術となっている。この装置にはいくつかの方式があるが、平行平板型電極を備えた反応容器内の高周波印加電極に試料を載置して $\text{CF}_4$ や $\text{CCl}_4$ 等の弗素や塩素等のハロゲン化物を含む反応性ガスの高周波プラズマを使う反応性イオンエッチング装置は、アルミニウム、シリコン酸化膜、ポリシリコン膜等をフォトリソグラフィや下地材料との間にエッチング速度の高い選択性を保持しながら、異方性エッチングを行うことが出来るため、最近の超LSI製造工程のドライエッチングではその主流を占めるに至っている。しかし、この反応性イオンエッチング装置においても量産規模で微細加工を

装置で処理しようとする場合、電極面積を大きく取らざるを得ずこのため装置は大型化せざるを得なくなる。その上、ウェハ面内のエッチング速度の均一性は悪化の傾向を示し通常のバッチ装置では大口徑ウェハの微細加工処理は極めて困難なものとなつて来た。

これに対して、ウェハ一枚一枚を逐次処理する枚葉処理装置では、 $1\mu\text{m}/\text{min}$ 程度のエッチング速度を実現する平行平板高速エッチング装置が発明されているが、この装置を使って高速でエッチングする場合には、エッチング加工特性が悪く、殊にイオン衝撃がデバイスに与える損傷の大きい欠点があつて微細加工では必ずしも満足する特性は得られていない。これらに対し、ダメージを少くし、尚かつ高速エッチングを実現する装置として最近磁場を用いて前記方式よりも1~2桁圧力の低い領域で高速エッチングする高速マグネトロネッチング方式が考察された。(例、特開昭58-53832)しかしこの方式の装置では電場と磁場が丁度直交している部分のみにプラズマが集

中する性質があるため、マグネットを駆動してこれを頻りに移動し磁界を変化させてウェハー内のエッチング速度分布の均一化を計る必要があり、マグネットの駆動機構に多大な費用を要するという欠点がある。また、プラズマ密度を高めるためのマグネトロン電極に印加される電圧の条件と、損傷を少くししかも充分なエッチング速度を得るためのウェハー等の試料近傍に発生せしめる電界の条件とは、この方式の装置では必ずしも一致せず、一方の条件を適宜にすれば他は適正を欠き、それが加工効率をかなり低いものになっている。

本発明はこれら従来の高速マグネトロンエッチングの欠点であった、試料の面内のエッチング速度の均一性の悪さを改善し、尚かつ、高速に試料をエッチングすることを目的とする。本発明はまた、試料に印加する負のバイアス電圧と、プラズマ密度を高めるためのマグネトロン電極に印加する電圧の夫々の電圧に対し、最適条件を与え、試料に損傷を与えることなくしかもこれを高速にエッチングすることを可能にする新規の装置の提供

来の装置と同様であるため説明は省略する。柱状陰極101は高周波電源109に接続されている。また試料電極100は高周波電源190に接続されている。(高周波電源190は試料電極100と柱状陰極101の間に接続してもよい。)反応容器110は排気管111と排気バルブ112を介し真空ポンプに接続されている。反応性ガスはガスコントローラ113を通し、反応容器中に導入される。

さて、上記のようにした本発明の装置を動作するには、まず、反応容器110を排気管111を通して、 $10^{-3} \sim 10^{-5}$  Torr程度の真空に排気した後、ガスコントローラ113を通し、 $\text{CF}_4$ や $\text{BCl}_3$ 等のハロゲン化活性ガスを導入し、真空度を $10 \sim 10^{-3}$  Torrに保つ。この状態でRF電源109及び190により、高周波電力を柱状陰極101及び試料電極100と、反応容器110の間に印加すると柱状陰極101の周辺にはプラズマが発生する。柱状電極101とプラズマの間のイオンシース中に生じる電位勾配従って電気力線は磁石103, 104, ……により発生する磁界の磁力線116とはほぼ直交するため、電子は

を目的とする。

以下図を用い、実施例によって本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例である。図で101は円形、形又は多角形断面の柱状のマグネトロン陰極であり、この柱面に対向する位置には試料電極100が置かれ、その上に試料102が載置されている。柱状陰極101の内部には磁石103, 104, ……が収容されている。磁石は永久磁石でも電磁石でもよい。また単数、複数の何れでもよいが、複数のときは図の如く同極を対向させて収納する。図示しないが、スパッタエッチングの均一性を高めるために従来の装置と同様に、これら磁石を、頻りに、柱状陰極の軸方向に移動させて磁界を変化させる駆動機構を設けることがある。柱状陰極101、試料電極100は絶縁体105及び106を介して、反応容器110に取付けられている。それぞれはその構造及び必要に応じてシールド材で被われ、不用の放電が柱状陰極の端部、試料電極の裏面等で生じないように配慮される。それに用いる方法は従

マグネトロン運動を起こし柱状陰極101の周辺を回転しながら移動するが磁力線116は柱状電極101から出入しているため電子は柱状陰極101の周辺でらせん運動し柱状陰極に当たってはね返され、その状態が繰り返されるため、柱状電極101近傍にはプラズマ密度の非常に高い領域を生じる。このような高い密度のプラズマが生じると、プラズマのインピーダンスが低下するため低電圧で多大なイオン電流を柱状陰極及び試料電極に流すことが出来る。このため、柱状電極101の柱面に対向して置かれた試料102のエッチング速度は従来のエッチング方式に比べて飛躍的に改善出来る。そればかりでなく、RF電源190の電圧を調整して試料102に入射するイオンの入射エネルギーを従来の反応性イオンエッチング装置に比較して充分低くとりしかも集中したプラズマを試料電極100の周辺に置くようにすることが出来るため、試料102上ではイオン入射や不純物汚染によるダメージの少ない高速エッチングを行うことが出来る。

試料102を載置する試料電極100は第1図と同

様のものを柱状電極101の周囲に複数個配置することができる。そしてそのときの電源190は共通にも、個別にも設けることができる。試料電極100の試料102で覆われる部分以外の部分が広いときは、その部分を石英、テフロン等で作られたカバープレートで覆い、また柱状陰極101の内部を水冷パイプで水冷することは従来の装置同様好結果をもたらす。

柱状陰極101の断面形状は、対向して設備される試料電極の数に応じて、それらに平面状の柱面を対面させるためこれを三角、六角、八角等の多角形にすること、また対向柱面の各を緩やかな凸又は凹面にすることもエッチングの均一性向上に好影響をもたらす。当然のことながら試料電極の一つの面上に多数の試料を載置すればより多数の枚数のエッチングが同時に可能である。

第2、3図は本発明を一枚処理のエッチング装置に応用する時の装置の構成を示す側面図である。柱状陰極の断面が円形の場合と 形の場合を示した。

なお、柱状陰極内の磁石が、同極を突合せた複数磁石となるとときには、これに合せて、電磁コイルの故、極性を構成することになる。この柱状電極の外部に設備する磁石も、電磁石、永久磁石の何れでもよく、その設備場所も反応容器の外に限定されない。

また以上はドライエッチング装置で代表させて本発明を説明したが、この構成の装置が膜堆積その他のプラズマ表面処理全般に利用できることは明らかである。

簡単な装置によって良質、高速のスベッタエッチングを可能にする本発明の工業的価値は高く、工業上有益な発明といえることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例の断面図、第2、3図は第1図の側断面で単一試料電極の場合である。

100 …… 試料電極 , 101 …… 柱状陰極  
102 …… 試料 , 103, 104, 114, 115 …… 磁石  
105, 106 …… 絶縁体 , 109, 190 …… 電源  
110 …… 反応容器 , 111 …… 排気管

本発明のドライエッチング装置は以上に示す通りであって、前記した従来の諸装置の欠点を解消し、前記の目的を達成するものである。即ち、本発明に於ては、各部材の大きさ、距離を適当にすることによって極めて容易に、高密度プラズマによる均一なエッチング速度の高速エッチングを、試料に大きい損傷を与えることなく実現することが可能となる。

なお、電源109, 190の電圧、電流、直・交流の別、周波数、位相はこれを夫々適値に選定するものである。その選択の自由度は極めて高い。

第4図は反応容器110の外側に電磁コイル114, 115を巻回することで第1図の柱状マグネトロン電極101の磁力線の上に、柱状電極の軸にほぼ平行に磁力線Bを加算させたものである。

但し柱状陰極内の磁石は単一にしてあり、その磁力線は磁力線Bとほぼ同方向にしてある。

この構成によって、柱状陰極101及び試料電極102の近傍の磁束密度が一層増加し、前述した諸効果は高められる。

112 …… 排気バルブ

113 …… ガスコントローラ

特許出願人

日電アネルバ株式会社

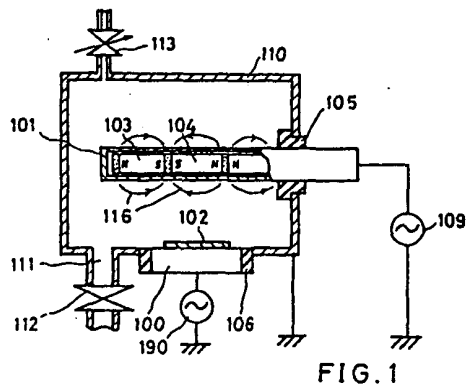


FIG. 1

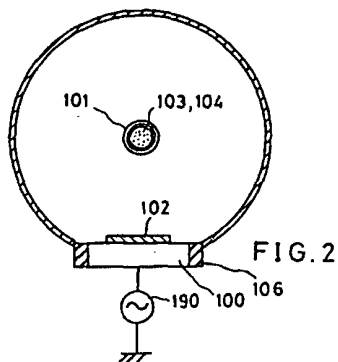


FIG. 2

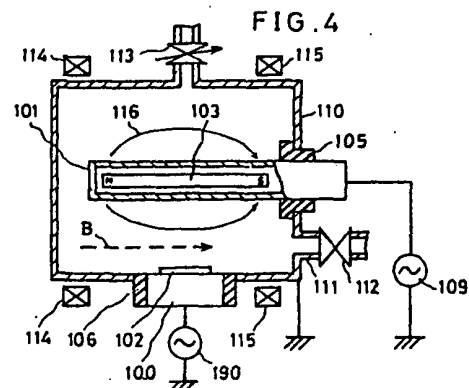


FIG. 4

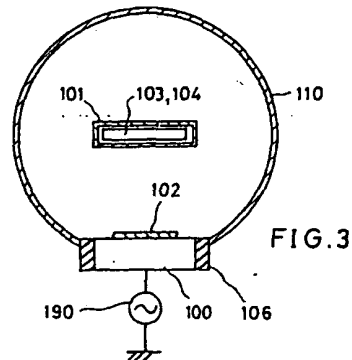


FIG. 3

手続補正書（方式）

昭和60年9月3日

特許庁長官 蔵

1. 事件の表示

昭和59年特許願第60195号

2. 発明の名称

プラズマ表面処理装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 〒183 東京都府中市四谷5-8-1

名称 日電アネルバ株式会社

代表者 蔵 田 啓次郎

4. 代理人

住所 〒183 東京都府中市四谷5-8-1

日電アネルバ株式会社内

氏名 (8859) 弁護士 村上 健次

5. 補正命令の日付

昭和60年8月27日（発送日）

6. 補正の対象

明細書の図面の簡単な説明の欄

7. 明細書の図面の簡単な説明の記載において第13頁第15行～16行に「第1図は……場合である。」とあるのを次の通り補正する。

「第1図は、第1の発明の実施例の断面図、第2、3図は第1図の側断面で単一試料電極の場合、第4図は、第2の発明の実施例の断面図である。」

方式  
審査

18

特許庁  
60.9.4  
出願第2  
右